

TILRAUNAKAFLAR MED KLÆÐINGU Á VESTFJÖRÐUM

Pétur Pétursson
Veg- og jarðtæknideild
Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Spurningar:

- Hvers konar klæðing hentar best við vestfirskar aðstæður?
- Hvað er hagkvæmast með tilliti til:
 - gæða steinefna og endingar
 - flutningsvegalengda á steinefni
 - vinnslukostnaðar steinefna (s.s. sprengt berg/set)
- *Hvert er sambandið milli endingar og niðurstöðu prófana?*

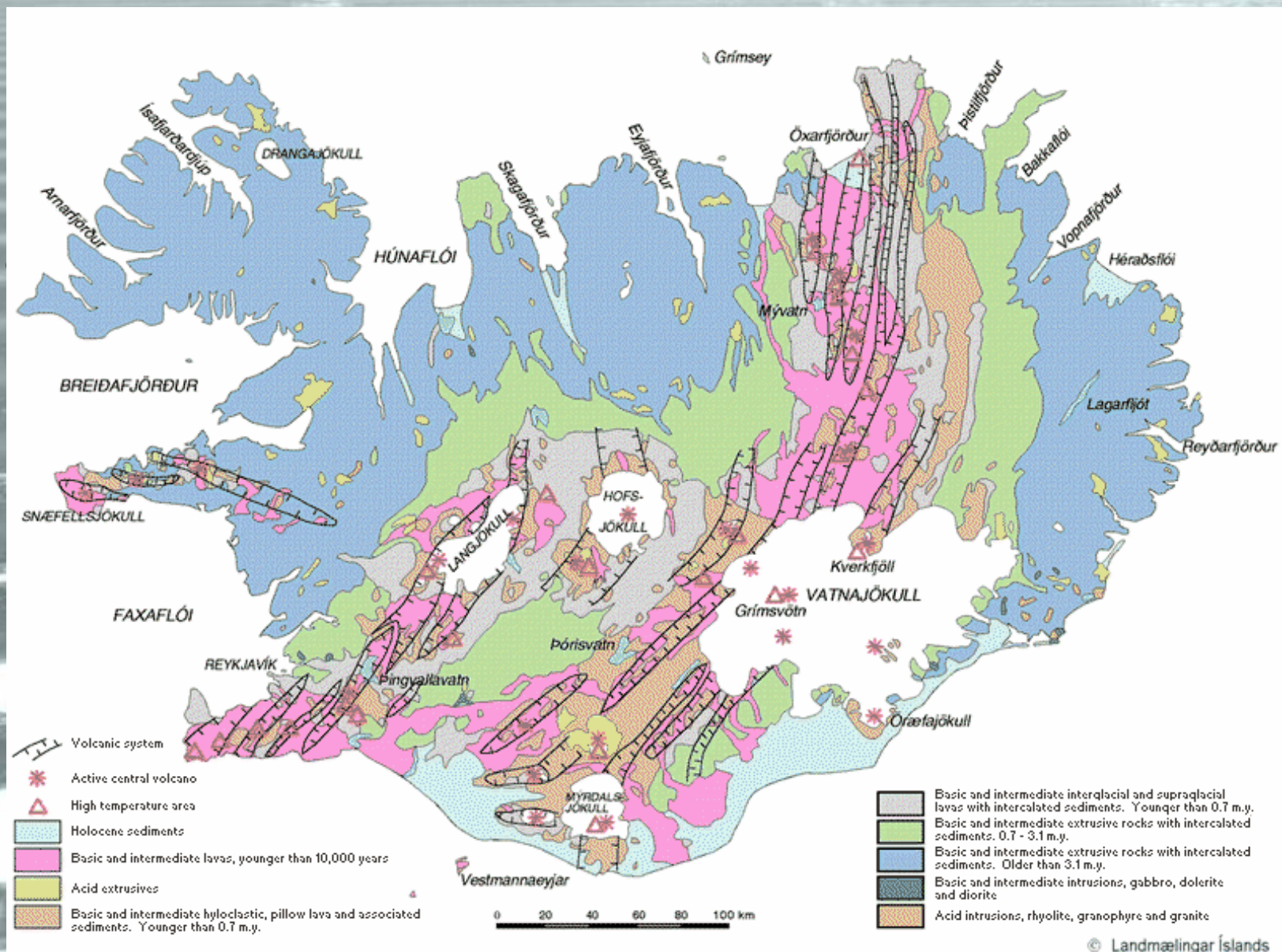
Tilraunakaflar á Vestfjörðum 2003-2008

- **Klæðing með þunnbiki**
 - Lagðir alls 26 tilraunakaflar, 11 í Tungudal, 9 í Önundafirði og 6 á Hnífsdalsvegi
 - Mismunandi umferðarþungi, ÁDU
 - Flokkað/óflokkað efni
 - Mül/sprengt efni
- **Námulýsingar**
 - Allar námur skoðaðar og ljósmyndaðar
- **Úttektir**
 - Skemmdakort a.m.k. árlega
 - Ljósmyndir
- **Áfangaskýrslur**
 - Árlega
 - Grein og erindi á alþjóðlegri ráðstefnu (Mairepav5, 2007)

Vestfirski jarðlagastaflinn



Staðsetning efnistökuastaða



Kleifaheiði, bergskering



Bláhæð á Holtavörðuheiði, smástuðlað basalt



Djúpagróf í Bitrufirði (malarhjalli)



Grundarendi í Önundarfirði (fjöruhnullungar)

Fyrir



Eftir



Rannsóknaverkefni


BREYTUR:

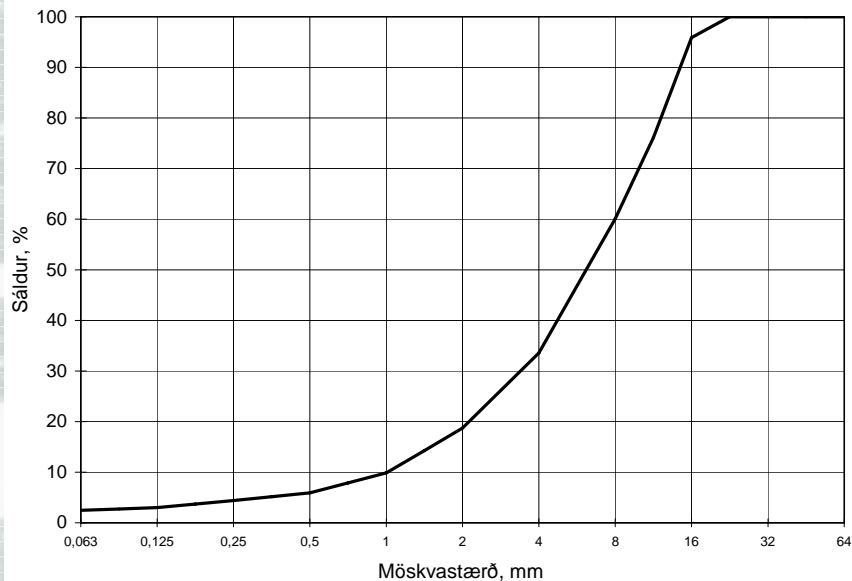
- Steinefni
 - berg/set
 - gott til lélegt
 - flokkað/óflokkað
- Umferð
 - 300 ÁDU
 - 600 ÁDU
 - 1200 ÁDU
- Veðurfar
- Viðhald

FASTAR:


- Klæðing með þunnbiki
- 60 m kaflar
- 180 þen stungubik
- 10 % white spirit
- Viðloðunarefni, amín 0,7 %
- Bindiefnismagn 1,7-2,0 l/m²
- Hitastig bindiefnis 135°C
- Steinefnamagn ~20 kg/m²
- Þung umferð 6-10 %
- Hlutfall nagladekkja ~60 %

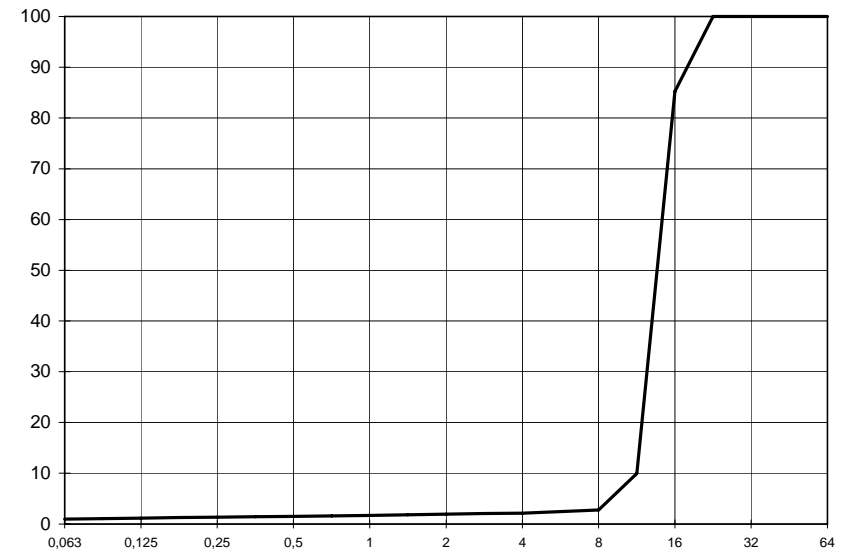
Kornadreifing óflokkað 0/16mm

 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins <small>Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fax 570 7311</small>		<i>Rannsókn nr.</i> V-0305 <i>Dags.</i> 17.12.2003 <i>Framkv. af</i> HÖB												
Rannsókn á kornadreifingu														
Fyrir: Tilraunakaflar á Vestfjörðum		Náma:												
Vegna: Péturs Péturssonar		Sendandi:												
Heildarpungi sigtaðs sýnis (g): 9550		Heildarpungi (<16mm) (g): 9175,0												
Merking sýnis: T-3-1 Sauðanes 0-16														
Bakki (tara), (g): 305,2		Frátekið+bakki (g): 2492,2												
Purr +bakki (g): 2405,4		Votsigt. + bakki (g): 2353,5												
Húmus, gr.:		Slamm, %:												
Raki, %: 4,1														
Möskv. Pýngd (g)	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	botn
Sáldur, %	100,0	100,0	100,0	95,9	76,2	60,1	33,6	18,7	9,9	5,9	4,4	3,0	2,4	
Athugasemdir: Votsigtæð														



Kornadreifing flokkað 8/11 og 11/16mm

 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins <small>Keldnaholt, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fax 570 7311</small>		<i>Rannsókn nr.</i> V-0305 <i>Dags.</i> 17.des.03 <i>Framkv. af</i> B.V.												
Rannsókn á kornadreifingu														
Fyrir: Tilraunakaflar á Vestfjörðum		Náma:												
Vegna: Péturs Péturssonar		Sendandi:												
Heildarpungi sigtaðs sýnis (g): 322,2		Heildarpungi (<16mm) (g): 1933,8												
Merking sýnis: T-4-1 Háldánarvatn 11-16														
Bakki (tara), (g): 322,2		Frátekið+bakki (g): 1933,8												
Purr +bakki (g): 1908,1		Votsigt. + bakki (g): 1894,2												
Húmus, gr.:		Slamm, %:												
Raki, %: 1,6														
Möskv. Pýngd (g)	64	32	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	botn
Sáldur, %	100,0	100,0	100,0	85,2	10,0	2,8	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	0,9	
Athugasemdir: Votsigtæð														



Útlögn – Tungudal



Útlögn – Tungudal



Útlögn – Tungudal



Útlögn – Vaðall



Útlögn – Vaðall



Eftirlit með tilraunaköflum



Kortlagning tilraunakafla



Skoðun í nærmynd



26/5 '04

V-9

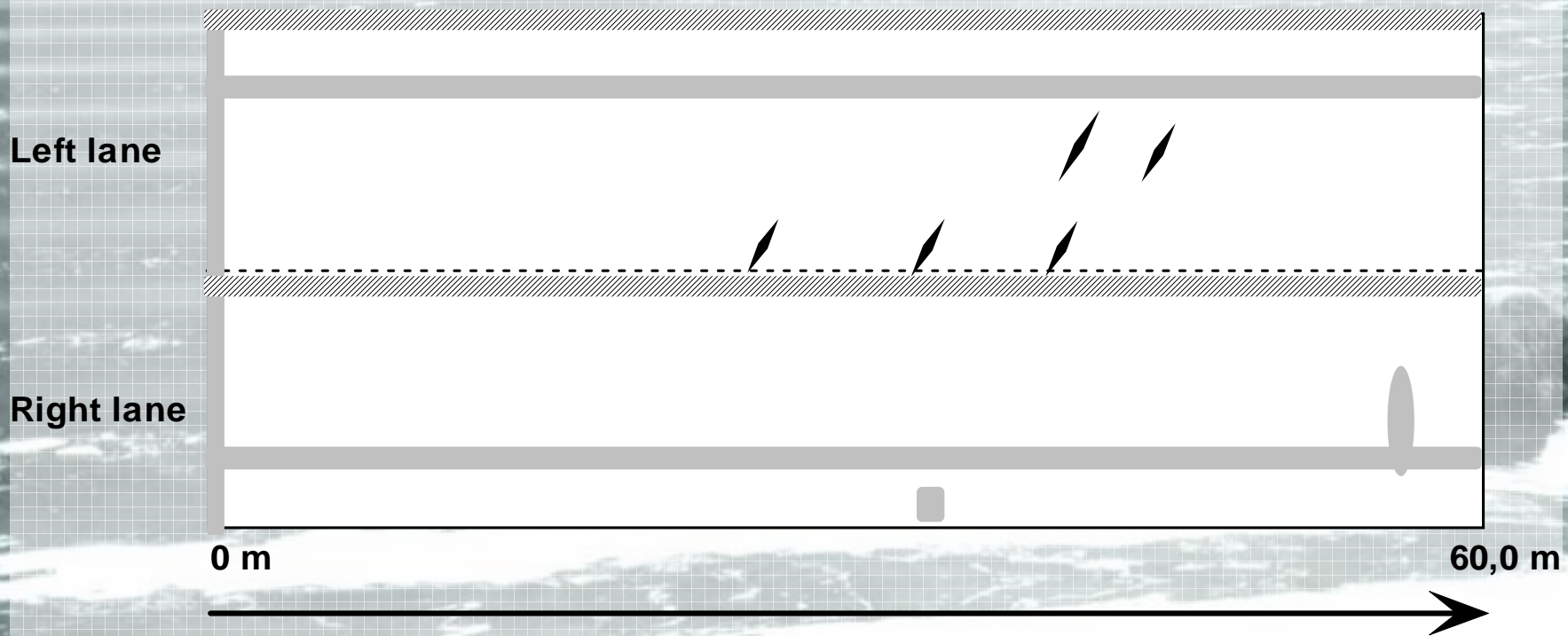
V-obs.

Skoðun í nærmynd



Árleg kortlagning allra tilraunakafanna

23/6 '05: V-3, 0-16 mm



Key:

■ Fatted area

▨ Rough texture

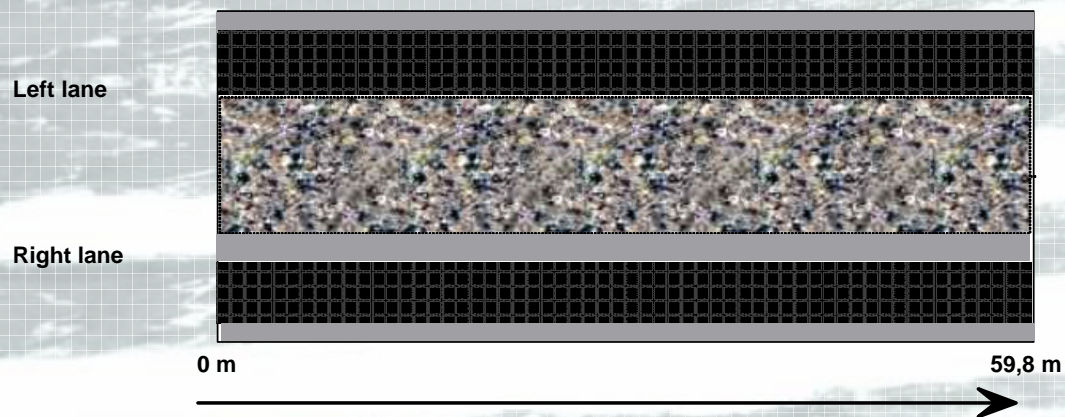
↗ Damage by snow plough

Kortlagning – dæmi

27/5 '04: T-8, Kleifabjörg 11-16 mm



10/6 '06: T-8, Kleifabjörg 11-16 mm



Key:

- Fatty
- Rough appearance (not ok)
- Coarse appearance (ok)
- Plough marks
- See-through

Prófunaraðferðir

- Kornadreifing, ÍST EN 933-1
- Fínefnagreining, $<0,02$ og $<0,002$ mm (lasermælingar)
- Brothlutfall (Crushed and broken surfaces), ÍST EN 933-5
- Kornalögun, kleyfnistuðull (Flakiness Index), ÍST EN 933-3
- Slitpolspróf, kúlnakvörn (Studded tyre test), ÍST EN 1097-9
- Styrkleikapróf (Los Angeles próf), ÍST EN 1097-2
- Frostþol (í veikri saltlausn), ÍST EN 1367-6
- Viðloðun, hræslupróf (Adhesion wet mix test, íslenskt)
- Berggreining (Petrographic analysis), ÍST EN 932-3.

Niðurstöður prófana – Vaðall, ~ 300 ÁDU

Náma	Stærð mm	Fínefni %	<0,02 mm	<0,002 mm	C&B %	FI %	STT %	LA %	F-Th %	Viðl. %	Berggr. %
Sauðanes	0-16	3,1	2,4	0,5	-	25,1	11,1	11,1	0,3	100	67/33/0
Djúpagróf	0-16	4,7	3,2	0,5	29/53	8,4	19,5	14,0	13,4	<50	18/72/10
Kleifaheiði	0-16	7,3	4,7	0,9	-	15,0	20,3	14,7	4,7	86	100/0/0
Brjánslækur	0-16	3,9	2,8	0,5	44/46	10,6	16,1	16,2	7,7	97	28/71/1
Grundarendi	0-16	4,8	3,7	0,8	89/3	14,4	17,8	15,9	5,1	88	54/41/5
Skötufjörður	0-16	7,0	4,4	0,8	-	12,5	16,9	24,9	0,8	90	99/1/0
Gjögrar	0-16	7,2	4,9	0,9	52/25	7,7	15,2	17,8	5,2	84	80/20/0
Holtasund	0-16	4,7	3,4	0,7	-	21,0	14,2	11,1	0,8	100	16/84/0
Kleifabjörg	0-16	2,5	2,1	0,5	-	12,2	13,8	14,9	10,6	67	74/9/16

Fínefni	smýgur 0,063 mm, %
C&B	Brothlutfall, % brotið/alrúnnað
FI	Kornalögun, %
STT	Slitþol, % niðurbrot
LA	Styrkleiki, % niðurbrot
F-Th	Frostþol, % niðurbrot
Viðl	Viðloðun, hræslupróf, % þakning
Berggr	Berggreining, % 1., 2. og 3. flokkur

Helstur ályktarnir dregnar af tilraun við Vaðal

- Slit af völdum nagladekkja (mælt með kúlnakvörn) virðist ekki vera ráðandi þáttur varðandi endingu 0/16 mm steinefnis þar sem umferð er lítil, eða aðeins um 300 ÁDU
- Tiltölulega hátt LA-gildi er ekki hægt að tengja við endingu við þessar aðstæður. Til dæmis hefur Skötufjarðarkaflinn, V-6, mjög góða endingu en hátt LA-gildi
- Lélegt frostþol og slök viðloðun samkvæmt prófunum endurspeglar yfirleitt slæma endingu, svo sem sjá má af köflunum Djúpagróf, V-2, og Kleifabjörg, V-9

Niðurstöður prófana – Tungudalur, ~ 600 ÁDU

Náma	Stærð mm	Fínefni %	C&B %	FI %	STT %	LA %	F-Th %	Viðl %	Berggr. %
Austmannsfall	8-11	3,8	-	12,2	-	14,6	5,5	94	66/34/0
Holtasund	0-16	5,3	-	19,3	13,5	11,2	0,3	100	6/94/0
Sauðanes	0-16	2,4	-	21,5	10,3	10,9	0,1	100	63/36/1
Hálfðánarvatn	11-16	0,9	-	12,4	17,0	12,6	0,7	100	18/81/2
Björgun (Höfði)	11-16	1,6	80/2	5,6	12,3	18,3	2,8	100	68/25/6
Kleifaheiði	11-16	4,2	-	13,3	19,6	14,3	4,5	86	100/0/0
Sauðanes	11-16	1,4	-	18,9	10,2	10,7	0,3	100	86/13/0
Kleifabjörg	11-16	1,5	-	14,5	13,4	15,0	9,9	67	74/12/14
Holtasund	11-16	1,0	-	18,0	15,1	10,7	0,3	100	28/72/0
Bláhæð	8-11	0,7	-	14,4	-	10,2	0,1	100	0/100/0
Austmannsfall	11-16	1,8	-	9,7	23,7	16,3	2,4	99	72/28/0

<i>Fínefni</i>	<i>smýgur 0,063 mm, %</i>
<i>C&B</i>	<i>Brothlutfall, % brotið/alrúnnað</i>
<i>FI</i>	<i>Kornalögun, %</i>
<i>STT</i>	<i>Slitþol, % niðurbrot</i>
<i>LA</i>	<i>Styrkleiki, % niðurbrot</i>
<i>F-Th</i>	<i>Frostþol, % niðurbrot</i>
<i>Adh</i>	<i>Viðloðun, hrærslupróf, % þakning</i>
<i>Petrogr</i>	<i>Berggreining, % 1., 2. og 3. flokkur</i>

Helstur ályktarnir dregnar af tilraun við Tungudal

- Kaflar með 8/11 mm steinefni eru yfirleitt slitnir í gegn í hjólförum. Þetta tengist án efa tiltölulega smárri stærð steinefnakornanna með tilliti til nagladekkjaslits
- Kaflarnir með 0/16 mm steinefni standa sig tiltölulega vel, miðað við að efnið er óflokkað. Þetta tengist eflaust góðum eiginleikum efnisins, auk þess sem stærstu steinar ná upp í 16 mm
- Af 11/16 mm köflunum kemur T-8, Kleifabjörg, einna verst út og er gegnslitinn eftir 5 vetur og Kleifaheiði (T-6) og Austmannsfall (T-11) fylgja fast á eftir. Þeir eiginleikar sem virðast ráðandi í þessum tilvikum eru frostþol og/eða slitþol
- Bestu kaflarnir í Tungudal eiga það sameiginlegt að:
 - Steinefnið er flokkað 11/16 mm
 - Slitþol er í betri kanntinum (kúlnakvörn)
 - Styrkur er nokkuð góður (LA-próf)
 - Frostþol er mjög gott (mælt í saltvatni)

Ástand kaflanna í Tungudal og Vöðlum í dag

- Margir eru slitnir í gegn í hjólförum
- Sumir með stöku holum
- Nokkrir svo til heilir
- Skemmdir vegna vetrarviðhalds (snjóplóga) nokkuð áberandi
- Öldrun sem lýsir sér í sprunguneti farin að hrjá marga kafla



Niðurstöður prófana – Hnífsdalur, ~ 1200 ÁDU

Náma	Stærð mm	Fínefni %	<0,02 mm	<0,002 mm	FI %	STT %	LA %	F-Th %	Berggr. %
Austmannsfall	11-16	3,9	2,5	0,6	11,4	21,8	15,8	3,9	20/79/1
Austmannsfall	8-11	3,3	2,1	0,5	12,2				
Kleifabjörg	11-16	0,7	0,5	0,1	9,4	6,8	11,2	2,2	92/6/2
Durasplitt	11-16	1,7	1,3	0,3	6,4	6,3	10,1	0,0	0/0/0
Durasplitt	8-11	1,5	1,1	0,2	11,4				
Hálfánarvatn	11-16	1,1	0,7	0,2	11,5	17,3	12,0	0,6	11/86/3

Fínefni	smýgur 0,063 mm, %
FI	Kornalögun, %
STT	Slitþol, % niðurbrot
LA	Styrkleiki, % niðurbrot
F-Th	Frostþol, % niðurbrot
Berggr	Berggreining, % 1., 2. og 3. flokkur

Helstur ályktarnir dregnar af tilraun við Hnífsdal

- Undirlag þessara tilraunakafla var ekki nægilega slétt og hafði þar með áhrif á niðurstöðurnar. Djúp undirliggjandi hjólför ollu því að steinefni skófst umtalsvert af miðhrygg og á milli hjólfara við vetrarviðhald með snjóplógum
- Þrátt fyrir það fékkst mismunur á milli misgóðra steinefna. Austmannsfallið, H-1 og H-2, er greinilega lélegast með miklum skemmdum í öllum hjólförum eftir einungis einn vetur. Líklega er lélegt slitþol (kvarnargildi = 22 %) megin orsakavaldur á endingu þessara tilraunakafla
- Hinir kaflarnir, þ.e.a.s. Kleifabjörg, Durasplitt og Hálfánarvatn, eru af svipuðum gæðum, þótt ákveðnar líkur séu á að Durasplittið tolli ekki eins vel og íslenska basaltið, sem sagt að viðloðun þess sé heldur lakari. Þó eru ákveðnar líkur á að liturinn blekki, en mjög áberandi er á svona ljósu efni ef vöntun er á steinefni og grisjar í gegn í undirliggjandi dökkt steinefni

Vetrarviðhald



Klæðingin á Hnífsdalskaflanum með 1200 ÁDU umferð þoldi illa vetrarviðhald með saltaustri og snjóplógum, sérstaklega þar sem undirliggjandi hjólför voru ekki fyllt



Ástand kaflanna í Hnífsdal í dag

- Kaflarnir eru ónýtir og hafa verið yfirlagðir
- Hjólför eru áberandi í nýju köflunum, þótt þau hafi verið afrétt fyrir yfirlögn
- Plógför í nýju yfirlögninni greinileg



Helstu niðurstöður rannsóknaverkefnis

- Umferðarpungi (þar með talin hluti bíla á negldum hjólbörðum og hluti þungaumferð) skiptir miklu máli varðandi endingu klæðinga við vestfirskar aðstæður, sérstaklega þar sem ársdagsumferð er tiltölulega mikil.
- Veðurfarslegar aðstæður skipta líka miklu máli varðandi endingu klæðinga við sömu aðstæður, sérstaklega þar sem ársdagsumferð er tiltölulega lág.
- Samspil umferðarpunga og veðurfars er samt sem áður flókið, sérstaklega þegar vetrarviðhald er tekið með í reikninginn.
- Þumalfingursreglan er sú að slitstyrkur steinefna skipti mestu máli þegar umferð er meiri en u.þ.b. 600 ÁDU, en veðrunarþol steinefna hefur afgerandi áhrif á endingu þar sem umferðarmagn er minna (að því gefnu að viðloðun sé í lagi)
- Vegagerðin hefur nýtt sér niðurstöður þessa rannsóknaverkefnis við að setja fram kröfur um mismunandi eiginleika steinefna í klæðingu þar sem umferðarmagn er haft til viðmiðunar.

Að lokum, nokkur heilræði

- Passið upp á undirlagið
 - Sléttið yfirborð þannig að eldri hjólför speglist ekki upp úr
 - Festið ef með þarf
 - Gerið við skemmdir ef einhverjar eru
 - Tryggið að yfirborð sé hreint og að góð viðloðun náist (þvoið/sópið ef með þarf)
- Farið vel með góðar námur
 - Sparið efnisnotkun
 - Forðist að nota gott klæðingarefni í neðri lög
 - Varist að skaðleg efni (mold, leir, rauð millilög) spilli námunni
- Vandið vel til steinefnavinnslu
 - Kornalögun
 - Brothlutfall
 - Flokkun
 - Hreinleiki
- Fylgist vel með steinefnavinnslu
 - Fylgist með efniseiginleikum
 - Virðið kröfur sem settar eru fram um efniseiginleika
 - Virðið settar kröfur um tíðni prófana
- Tryggið vönduð vinnubrögð við útlögn
 - Passið upp á að allur tækjabúnaður virki eins og til stendur
 - Fylgist með að rétt efnismagn sé notað
 - Hafið eins stutt bil á milli bik- og malardreifara og kostur er
 - Forðist að taka mikla áhættu á að veður spilli útlögn

Takkfir